

ИЗОТОПНЫЕ РАВНОВЕСИЯ В ОТЛОЖЕНИЯХ СРЕДНЕВЕРХНЕФАМЕНСКОЙ СОЛЕНОСНОЙ ФОРМАЦИИ КРАЕВОЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЗОНЫ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

В отличие от ранее проведенных исследований рекогносцировочного характера по исследованию изотопных равновесий в средневерхнефаменской соленосной формации Припятского внутриконтинентального палеорифта, в своей работе мы попытались сосредоточиться на одном из объектов краевой зоны распространения соленосной формации и проследить поведение изотопно-геохимических характеристик в породах надсолевого комплекса и калиеносной субформации в «одной точке» в пределах одной структуры на Краснослободском участке Старобинского месторождения (по керновому материалу разведочных скважин 71 и 714). Результаты изотопных анализов серы, углерода, кислорода, стронция и рубидия сочетались с литолого-геохимическими исследованиями, имеющими самостоятельное значение. Отобрана коллекция образцов, проведены литолого-геохимические исследования, включая оценку химико-минералогического состава несоляных прослоев, определение ряда микроэлементов, изучение структурно-текстурных особенностей пород в шлифах. Дополнительное исследование системно подобранного каменного материала методами изотопной геохимии, связано с необходимостью уточнить ряд кардинальных вопросов формирования соленосных толщ и их преобразования. Выбор объекта исследования неслучаен, и связан с проблемами ведения горнопроходческих и добычных работ на вновь построенном руднике (5 шахтное поле РУП ПО «Беларуськалий»).

В разрезе надсолевого комплекса подробно исследованы гематитовая, гипсоносная и глинисто-мергелистая подтолщи; в калиеносной субформации – три части: 1) пачки 18-20 (объединены на северо-западе), и к востоку достраиваются новыми соляными слоями с появлением дополнительных калийных горизонтов; 2) пачка 12, включающая мощные пласты терригенных пород (песчаник с градационной слоистостью) и подстилающая наиболее полно развитый (с карналлитовым пластом) III калийный горизонт; 3) переходная зона от галитовой к калиеносной субформации [Петрова и др., 2010].

И хотя мы имели дело с достаточно конденсированной выборкой, изученные нами отложения относятся к различным фациальным типам и, как показали литолого-геохимические исследования, испытали многообразие постседиментационных преобразований. Сочетание примененных изотопных методов исследований – $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{34}\text{S}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ позволило увидеть сложность механизмов трансформации вещественного и изотопного состава пород на стадиях их литогенетических изменений. Вариации изотопного состава зависят от разных процессов и под этим углом зрения надо относиться к полученным результатам.

Объясняя природу изотопного состава углерода карбонатного вещества глинисто-карбонатных образований калиеносной субформации в краевой зоне развития верхней соленосной толщи, следует иметь в виду несколько источников: начальной карбонатной матрицы с $\delta^{13}\text{C}$ близкой к нулю, углекислоты метеогенного происхождения, а также десцендентных рассолов, участвующих в переотложении осадочного вещества.

Эффект облегчения изотопного состава породы в калиеносной субформации зависит как от перекристаллизации карбонатного вещества (в ряде образцов наблюдаются новообразования кальцита и доломита), так и характера смешивающихся растворов на стадии седиментации. Мелководные карбонаты с начальными положительными значениями $\delta^{13}\text{C}$ даже после их переработки пресными водами укладываются в пределы колебаний, характерных для морских карбонатов девонского периода. Формирующиеся изотопно-обменные равновесия в условиях субаэральной обстановки не приводили к существенному облегчению $\delta^{13}\text{C}$ относительно морского стандарта. Даже окрашивание пород («пестроцветные интервалы») не сопровождалось изотопным фракционированием. Зоны пестроцветных пород, в основном, не отличаются по $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ от сероцветных образований. Инерционность исходного состава наиболее ярко проявляется при

небольших постседиментационных изменениях. Облегчение по углероду характерно для образцов, испытавших сульфат-редуцирующие процессы, что подтверждается совместными данными по изотопным характеристикам серы и углерода.

Изотопный состав кислорода в отличие от углерода характеризуется обеднением по сравнению с нормальным морским карбонатным веществом, хотя в основном пределы колебаний $\delta^{18}\text{O}$ укладываются в характерные для карбонатов девона. Снижение $\delta^{18}\text{O}$ колеблется для разных частей соленосного разреза. В окончательном оформлении карбонатной матрицы породы значительную роль играли процессы сульфат-редукции.

Стрешинские слои надсолевой толщи незначительно отличаются от аналогичных по возрасту образований солевой части разреза калиеносной субформации, что позволяет говорить о сочетании процессов выщелачивания и фациального замещения (возможных перерывов в осадконакоплении – периоды «нулевой» седиментации). Другая аргументация возможна для полесских слоев. Об этом говорит резкое облегчение $\delta^{13}\text{C}$ карбонатного вещества как для надсолевой толщи, так и в калиеносной субформации (изученные [Махнач и др., 1994] несоляные прослои калийного горизонта 0-9 и вмещающей его пачки каменной соли относятся к III этажу калиеносности).

Мы можем согласиться с А.А. Махначом [Махнач и др., 1994], что обстановка талассогенных вод с активной сульфат-редукцией дает морские значения $\delta^{18}\text{O}$ и легкие $\delta^{13}\text{C}$. Формирование в зоне пресных вод дает более легкие $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$. Самый сложный вопрос заключается в идентификации последовательности нескольких генераций перекристаллизации осадочного вещества и процессов их обуславливающих.

Полученные нами данные позволяют оценить роль континентального питания и процессов переотложения в формировании средневерхнефаменной соленосной формации. Они убедительно свидетельствуют, что процесс «континентализации» является неотъемлемой частью формирования хлоридно-кальциевой ветви галогенеза. Фациальный контроль глинисто-карбонатных отложений заключается в существовании зависимости $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ от уровня содержания органического вещества (ОВ), солености, привноса континентальных вод и температуры водного тела. Облегчение $\delta^{13}\text{C}$ отражает большее содержание ОВ, обеспечивающее участие легкого органогенного углерода, как в стадию седиментации, так и преобразования пород. Снижение $\delta^{18}\text{O}$ результат формирования осадка в среде воздействия вод континентального стока. Вопрос о температуре формирования следует изучить особо, результаты наших исследований не подтвердили влияния температуры на изотопное фракционирование углерода и кислорода. Обсуждаемые изотопные различия в значениях $\delta^{18}\text{O}$ могут быть обусловлены также влиянием глинистой составляющей на степень катагенетической переработки карбонатного вещества. Вполне вероятно, что источником облегчения $\delta^{18}\text{O}$ выступали подземные воды, участвовавшие в переработке осадочного выполнения как надсолевой толщи, так и калиеносной субформации.

Несоляные пачки в пределах калиеносной субформации уместно отнести к циклам, составляющим переходную группу между собственно соляными пачками (нередко с калийными залежами) и обычными морскими образованиями. В идеализированном варианте в направлении древней береговой линии количество солей должно уменьшаться, известняки замещаться доломитами, возрастать количество терригенного материала. Появление обломочного материала обязано близости береговой линии, а также связано с тектоническими движениями в областях поднятий, прилегающих к бассейну. При этом базальные слои красноцветной и пестроцветной окраски с резким контактом должны лежать на подстилающих слоях, представленных биогермными известняками, и постепенно переходить к слоям, где присутствует сульфат кальция. Фаза оолитов (а также комковато-сгустковых известняков) обычно отвечает трансгрессии моря. Оолитовая фация соответствует крайне мелководным условиям, а появление ангидритов характерно для отчленения от морского бассейна. Глинистые известняки отвечают регрессии, продукты которой отражаются и в форме желваков ангидрита.

Таким образом, подтверждается концепция об интеграционном механизме формирования осадочного вещества в солеродном водоеме внутриконтинентальных палеорифтов. Отлагались ли только карбонаты и сульфат кальция в краевой зоне развития соленосной толщи на уровне современного положения надсолевой толщи и не происходило соленакопления, либо соли были вторично растворены (эпигенетические преобразования) – остается проблемой и предметом будущих исследований.

Поинтервальная изолированность разреза надсолевой толщи, основанная на полученных изотопных данных и оценке постседиментационных преобразований разных стадий, свидетельствует о необходимости пересмотра роли подземного выщелачивания и фациальных изменений в формировании гематитовой подтолщи в разных геолого-структурных зонах. Полученные результаты позволяют выдвинуть гипотезу о характере трансгрессивных и регрессивных циклов в отложениях калиеносной субформации в краевой северо-западной зоне Припятского прогиба.

И хотя наша работа сама по себе не имеет стратиграфической направленности, следует отметить, что для хемогенно-терригенных пород как калиеносной субформации, так и надсолевой толщи отмечается разброс вычисленных значений возраста, который значительно «удревлен» по сравнению с девонским. Во всех трех разрезах – надсолевая толща (скважины 802 и 71) и калиеносная субформация (скважина 71) – в глинистой компоненте мергелей зафиксирована рубидий-стронциевым методом линейная зависимость в координатах $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr} - ^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ [Буякайте и др., 2012]. Если ей придавать возрастной смысл, то она отвечает возрасту 460–475 млн. лет (с начальным отношением стронция в пределах 0,7088–0,7095) и заведомо превышает стратиграфический возраст пород (фаменское время – 365–360 млн. лет). Соответствие девонскому возрасту отмечается лишь для аутигенных глин, образованных по пирокластическому материалу. Об этом же говорят и данные калий-аргонового метода. «Удревленная» временная отметка подтверждается по всем частям изученного разреза. Несмотря на достаточную неожиданность этого вывода, мы вынуждены заключить, что, при наличии циркуляции растворов и других постседиментационных изменений, стронциевая изотопная система сохранила некоторую память об источнике сноса и не меняла ее ни при образовании пород, ни в ходе их последующей геологической истории.

Теоретическая и практическая значимость разработки методологических основ комплексного использования результатов как литологических, так и геохимических исследований определяется универсальностью их применения для индикации геологических процессов, участвующих в формировании пород различного типа и генезиса. Результаты исследования могут быть использованы при проведении геологоразведочных работ, прогнозе и поисках полезных ископаемых, дальнейшем развитии научных исследований в области наук о Земле.

Литература

Махнач А.А., Михайлов Н.Д., Колосов И.Л. и др. Изотопы углерода и кислорода в девонских карбонатных образованиях Беларуси. Институт геологических наук АН Республики Беларусь. – Мн. 1994. 94 с.

Петрова Н.С., Виноградов В.И., Кулешов В.Н. и др. Изотопно-геохимические особенности девонских отложений Припятского прогиба. Надсолевые отложения фамена / Литология и полезные ископаемые, № 1, 2010. – С. 39–55.

Буякайте М.И., Виноградов В.И., Петрова Н.С. и др. Rb-Sr и K-Ar изотопные системы верхнедевонских отложений Припятского прогиба Беларуси / Литология и полезные ископаемые, № 4, 2012. – С.333–344.